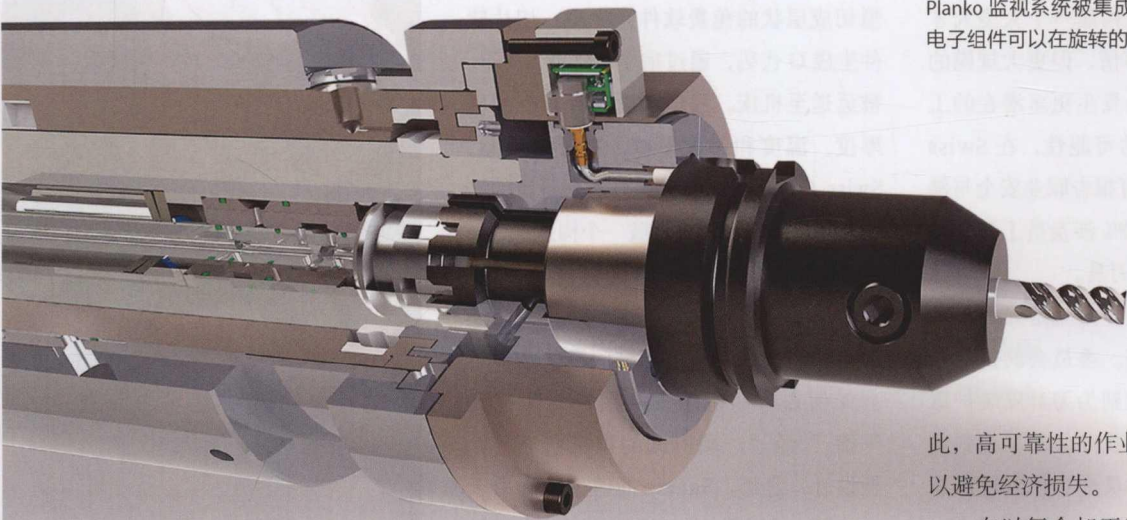




Planko 监视系统被集成到刀具主轴上，由此该电子组件可以在旋转的主轴上自行工作



更多精彩请扫描二维码

切削技术

通向零误差切削之路

在主轴与刀柄之间哪怕存在着极微小的异物，也会造成铣镗刀具装卡不准确，导致次品率上升和停机事故频发。传感器辅助的监视系统可以有效阻止此类事故的发生。

文 | Oliver Georgi 和 Josef Greif

目前，随着部件功能和精度的进一步提高，对加工流程的要求也在日益增长。结合了很高自动化程度的综合性加工任务要求机床设备能力也要得到不断地改进，以此实现更好的可靠性。对此，仅依靠对机械性能的优化已经不能满足要求，制造成本和生产率等经济指标则显得越来越重要。因此，停机时间、设备故障率、残次品成本和测量与检验等各项费用均成为了企业关注的焦点，这些必须得到进一步的降低。

无误差公差

以飞机的传动机构部件为例来加以说明。此类部件必须实现高精度加工，以达到高效运行并确保最大的安全性能。

部件唯有接受切削加工（即铣削加工），方可达到所需的制造精度。但是，一旦切屑和废料等异物进入到刀具的接触面，铣床的加工精度就会丧失殆尽。异物将会在接触面上沉积下来，并在各接触面之间生成一条缝隙。

很微小的颗粒物质足以使镗铣刀具发生明显的错位。其结果便是导致残次品的产生。尤其是在加工费用昂贵的传动机构部件时，代价便会更高。因

此，高可靠性的作业便成为最高的准则，以避免经济损失。

在以复合加工工艺和联合机床为特征的批量加工汽车产品部件时，情况也是如此。在这里，单台设备和流程均可对整条生产流水线的加工过程和质量产生影响。因装卡精度不足而造成的机床加工误差往往要到下一道质量控制环节时才能被发现。除了产生残次品部件之外，这样的事件还会导致单台设备或整条生产线的停机。同时，查找和排除故障、识别工件和重新运行所需跟踪时间都会产生额外的费用。

通过采用监视系统来规避误差

在切削加工过程中避免残次品和停机事故的办法是对机床设备的特征进行状态监视。其目标便是对误差进行早期识别，对可能造成的损伤进行规避，并采取整治措施。对此还可采用基于动压测定原理的成熟的系统。在更换刀具之后，可以对压缩空气吹洗通道的压力进行求值。如果在刀具和刀柄之间出现间隙的话，压

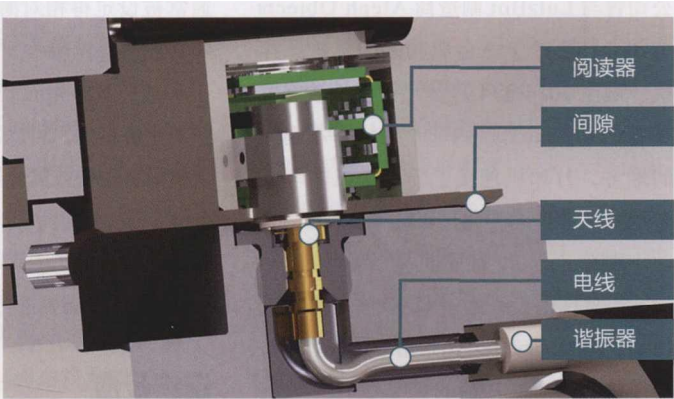


图 1 高精度传感系统的构造

力就会随着间隙的加大而降低。通过这种原理,可以对大于 30 μm 的间隙进行测定。

鉴于部件的精度在日益提高,这种传统的监视手段已经不能满足要求。对此,高精度传感器可以起到很好的辅助作用。它可以对刀具状态进行连续监视。这种测量技术可以以微米级的精度对刀具的位移进行测定。该系统记录偏差数值并及时发出报警信号,以免制造出有误差的部件。IWU Fraunhofer 机床和成型技术研究所与 Ott-Jakob Spanntechnik 公司合作,对此类设备的工作效果进行了探索。

其高精度的 Planko 监视系统可以在雷达上清晰地反映出刀具距离最佳定位的偏差程度。Planko 系统的基本元件为读取器(它被固定在电动主轴-定子上)和一个紧凑型无源电子组件(由谐振器、电缆和位于主轴凸缘上的插头构成)。在读取器上可以生成一种频率为 24.1 GHz 的电磁信号,该信号被传递到转子侧被用作发送和接收单元的天线上,并通过一条电缆线继续传递给谐振器。在谐振器上,基于金属反射绝缘壁可以生成一种驻波。在旋转过程中,刀具接触面的平整贴合通过谐振器的问询来确定。读取器借助于一个基准数值,对测量结果进行补偿。如果测量数据与基准数值产生偏差,则通过一个比较仪信号对测量数据进行收集并把测量数据传递给机床控制系统。

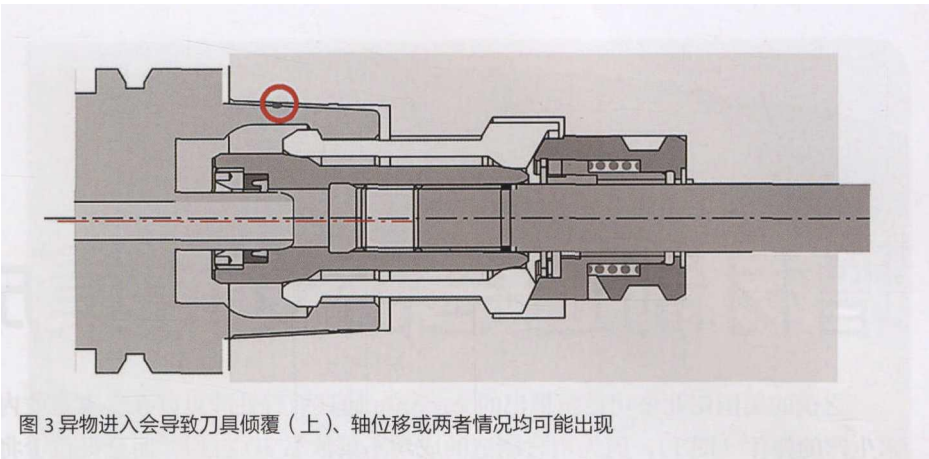


图 3 异物进入会导致刀具倾覆(上)、轴位移或两者情况均可能出现

异物无法排除

带有空心锥杆(HSK)的刀柄在装卡时的定位和可重复精度取决于主轴与刀柄接触面的贴合程度和贴合精度,这也是为何刀具连接处对异物非常敏感的原因。切屑主要是在更换刀具时被带入,但在刀具库里,接触面也会受到污染。例如冷却润滑剂的残余物凝固之后便会在刀柄接触面上形成一个污物膜。事实上,在刀具更换过程中可以采取空气吹洗作业。但是, Fraunhofer 研究所的研究人员所做的一项三喷嘴吹气清洁的气流速度模拟表明,这没有达到均匀的清洁效果。因此并不排除有微小异物沉淀的可能性。这将阻碍对批量生产中的良好流程可靠性的实现。

对所产生的误差的测评

在加工流程质量方面,决定性的因素在于异物对刀具位置和刀具中心点

(TCP)位置的影响。根据异物的不同尺寸、形状和位置,在刀具接触点上会产生某种同圆度误差,而原因可能在于刀具发生倾斜或发生轴位移。其表现形式可以是存在于接触面之间的一种可测量的间隙。用于监视刀具位置的测距系统可对两个接触面之间的间隙宽度进行测定,也可以只对接触平面进行测定。

Fraunhofer-IWU 的研究基于对影响因素的敏感度模拟辅助分析。对模拟结果的测评情况表明,尽管存在一些其他影响因素,但刀具倾斜仍然成为一种主要的效应,并以 TCP 在接触面上产生可测量间隙和相应位移的方式表现出来。研究人员利用这种认识来对监视刀具在接触面上位置的测距传感元件进行最佳布置。

此外, Fraunhofer 研究所研究人员还在实际应用场合对 Planko 系统的经济性和技术性进行测评。四冲程发动机气缸孔精加工生产链和涡轮机轴整体加工以及飞机涡轮盘加工生产链均成为该项研究工作的组成部分。其结果是:只要在此类监视系统上投入,经济效益就会趋好。对于自动化程度高的批量生产和精度要求高的生产场合来说,尤为如此。Fraunhofer 研究所研究人员可以通过对投资回收期的预报,来揭示其经济效益性;根据不同的应用场合和系统,投资回收期大约为 1 ~ 5 年。在某些场合中,只要能够避免两件瑕疵部件的发生,这项投资就已经非常值得。对市场潜力的分析结果表明,这项技术可以实现航空工业、汽车工业以及刀具制造业的广泛的应用。[11]

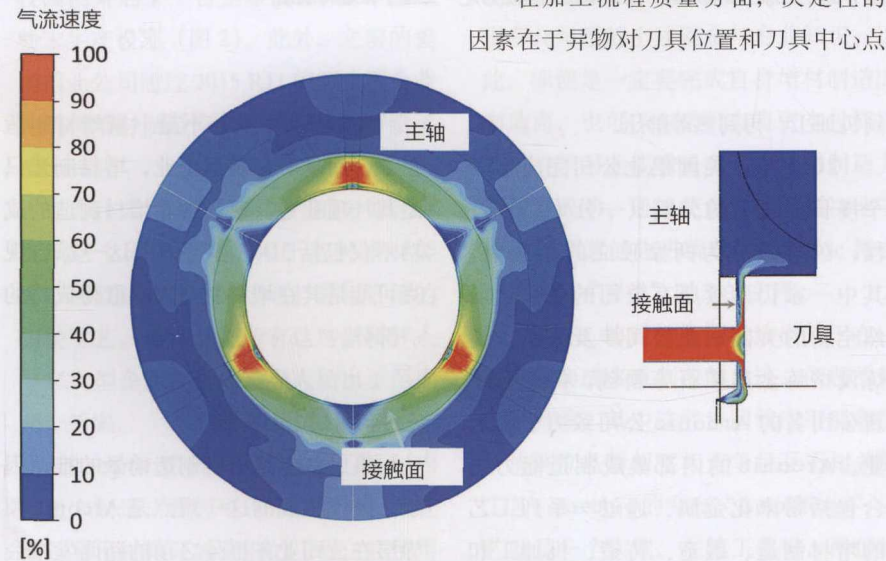


图 2 吹气清洁 - 接触面上的不同气流速度分布导致不均匀的清洁效果